

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 5 - 1 1 1 2 8

(43) 公開日 平成 5 年 (1993) 1 月 19 日

(51) Int. Cl.<sup>5</sup>  
G02B 6/00

識別記号  
366

庁内整理番号  
7036-2K

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 4 (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平 3 - 1 6 1 8 3 6

(22) 出願日 平成 3 年 (1991) 7 月 2 日

(71) 出願人 0 0 0 0 0 3 1 5 9

東レ株式会社

東京都中央区日本橋室町 2 丁目 2 番 1 号

(72) 発明者 藤田 勲

愛知県名古屋市中区堀越 1 丁目 1 番 1 号

東レ株式会社愛知工場内

(72) 発明者 前田 礼信

愛知県名古屋市中区堀越 1 丁目 1 番 1 号

東レ株式会社愛知工場内

(72) 発明者 伊藤 良光

愛知県名古屋市中区堀越 1 丁目 1 番 1 号

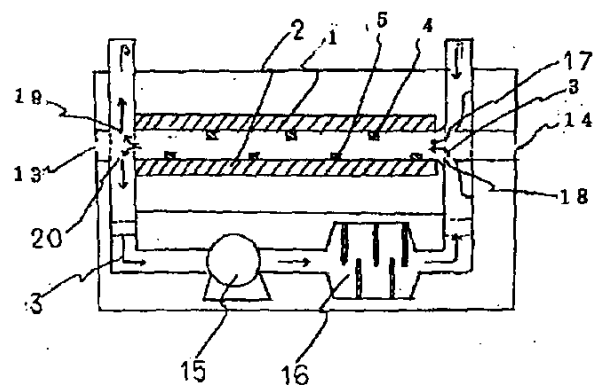
東レ株式会社愛知工場内

(54) 【発明の名称】 プラスチック光ファイバの熱処理方法およびその装置

(57) 【要約】

【構成】 未延伸プラスチック光ファイバを連続的に走行させて非接触加熱延伸する。延伸プラスチック光ファイバを連続的に走行させて非接触定長熱処理する。その加熱延伸あるいは熱処理において、プラスチック光ファイバと加熱気体 3 とを向流接触させ、かつ、熱処理帯域をなす系道通路の上下の内面に交互に複数個設置された凸状部材 4、5 により、加熱気体 3 の流れを変換させ、光ファイバ F を上下方向へ交互に複数回横切る流れとする。

【効果】 ファイバ長手方向の糸径変動が小さく、均一性に優れた光ファイバが製造でき、高次加工時のトラブルや高次加工品の欠点の発生を改善できる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 熱処理帯域内を非接触で走行するプラスチック光ファイバを加熱気体により熱処理するに際し、前記熱処理帯域内において加熱気体とプラスチック光ファイバとを向流接触させ、かつ、前記熱処理帯域の相対する内面に複数個設けられた凸状部材により熱処理帯域内の加熱気体の流線方向を変換させることを特徴とするプラスチック光ファイバの熱処理方法。

【請求項 2】 請求項 1 記載の熱処理方法を紡糸されたプラスチック光ファイバ未延伸糸の加熱延伸に用いるに際し、延伸倍率を  $1.5 \sim 3.0$  倍とし、かつ、巻取速度 ( $V$  m/分) を  $5/d < V < 30/d$  ( $d$  = 延伸後プラスチック光ファイバの糸径 (mm)) とすることを特徴とするプラスチック光ファイバの熱処理方法。

【請求項 3】 請求項 1 記載の熱処理方法を延伸されたプラスチック光ファイバの熱処理に用いるに際し、熱処理帯域の前後に配設されたローラーの周速度比を  $0.95 \sim 1.05$  とすることを特徴とするプラスチック光ファイバの熱処理方法。

【請求項 4】 走行するプラスチック光ファイバの熱処理帯域を形成する糸道通路、該糸道通路のプラスチック光ファイバ出口の近傍においてプラスチック光ファイバの周囲から加熱気体を噴出させる吹出口、前記糸道通路のプラスチック光ファイバ入口部分において糸道通路内を向流方向に流れてきた加熱気体を吸入する吸入口、及び、糸道通路の相対する内面に加熱気体の流れ方向に沿って交互に設けられた気体流線変換用の凸状部材を備えてなることを特徴とするプラスチック光ファイバ用熱処理装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、ファイバ長手方向の糸径の均一性に優れたプラスチック光ファイバを製造するために有効な熱処理方法及びそのための熱処理装置に関するものである。

【0002】 さらに詳しくは、プラスチック光ファイバを熱処理する際の加熱流体の流動方法を適正化することによりプラスチック光ファイバの糸条長手方向の糸径斑の抑制を図る熱処理方法及びそのための熱処理装置に関するものである。

## 【0003】

【従来の技術】 熱可塑性高分子を溶融し成形用口金から吐出して冷却固化した後、その未延伸繊維を延伸したり、さらに熱処理したりすることが一般に行なわれる。その延伸は、例えば、繊維軸方向に高分子鎖を配向させ、機械的性質、特に、可撓性や耐屈曲性等を改良するためのように、その目的に適合した特性を付与するために行なわれるし、また、延伸後の熱処理は寸法安定性向上等を目的として行なわれる。

【0004】 これら糸条形成過程における延伸や熱処理

は、糸条の太さの均一性を悪化させずに行なうことが重要であり、そのための工夫が種々行なわれている。

【0005】 例えば、ローラの表面材質や形状や回転速度、加熱用媒体（加熱空気など）の供給方法（その温度、流量、流動方向等）、ガイド類の材質といったような種々の条件を定常的に制御することにより糸長手方向の太さの均一化を図る方法がある。この方法は、ポリアミド繊維やポリエステル繊維のような一般的な繊維においてはかなり有効であり、それらの最適条件を設定するために多くの提案がなされてきている。

【0006】 この糸径の均一性は、光通信、光センサー、ライトガイド、装飾等に使用されるプラスチック光ファイバにおいても極めて重要であり、特に、プラスチック光ファイバを、光コネクタへ挿入したり、光ファイバ同士を接合したり、また、ライトガイドや光センサー用途で接合口金へ挿入したりする場合において、強く要求される。

【0007】 このプラスチック光ファイバは、芯材にポリメチルメタクリレート、ポリスチレン、ポリカーボネート等の透明性に優れた重合体を用い、鞘材には芯材よりも低屈折率の重合体を用い、一般的には同心円状に 2 ～ 3 層複合紡糸され、機械的性質を向上させる目的で延伸され、必要に応じて寸法安定性を付与する目的で熱処理された後に巻き取られるという方法によって一般に製造される（図 6）。

【0008】 このようなプラスチック光ファイバの溶融紡糸方法において、ファイバ径の均一性を向上させる手段としては、例えば、特公昭 56-49324 号公報に記載されているように、芯成分と鞘成分との紡糸温度下における溶融流動指数を適正領域に制御する方法、また、特公平 2-24923 号公報に記載されているように、ファイバ長さ方向の均一性を得るために計量用ギヤポンプの一次側ポリマ圧力を一定にする方法等が提案されている。

【0009】 また、プラスチック光ファイバの溶融紡糸に次いで実施される延伸、熱処理において、特開昭 62-131206 号公報に記載されているように加熱気流が向流方向に流れる非接触加熱域内で延伸する方法、特開平 2-68503 号公報に記載されているようにさらに非接触加熱延伸域の出口付近で冷却風を吹き込む方法、また、特開昭 63-303304 号公報に記載されているように非接触加熱延伸域の長さやその加熱延伸域通過時の速度等の延伸条件を適正化する方法等が提案されている。

## 【0010】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、プラスチック光ファイバのファイバ長手方向の均一性は、上述したような従来の方法では十分に制御することが困難であった。

【0011】 そこで、本発明は、プラスチック光ファイ

バにおけるファイバ長手方向の糸径斑を十分に抑制することができる熱処理方法およびそのための装置の提供を主たる目的とする。

【 0 0 1 2 】そして、ファイバ長手方向の糸径均一性に優れたプラスチック光ファイバを得ることにより、高次加工の際のトラブル発生や欠点のある高次加工品の発生を抑制すること、さらにまた、プラスチック光ファイバの光コネクタへの挿入作業、光ファイバ同士の接合作業、接合口金への挿入作業等における取扱性を改善することを目的とする。

【 0 0 1 3 】

【課題を解決するための手段】これら目的を達成するために、本発明は次の構成からなる。

【 0 0 1 4 】請求項 1 のプラスチック光ファイバの熱処理方法は、熱処理帯域内を非接触で走行するプラスチック光ファイバを加熱気体により熱処理するに際し、前記熱処理帯域内において加熱気体とプラスチック光ファイバとを向流接触させ、かつ、前記熱処理帯域の相対する内面に複数個設けられた凸状部材により熱処理帯域内の加熱気体の流線方向を変換させることを特徴とする。

【 0 0 1 5 】請求項 2 のプラスチック光ファイバの熱処理方法は、請求項 1 記載の熱処理方法を紡糸されたプラスチック光ファイバ未延伸糸の加熱延伸に用いるに際し、延伸倍率を 1. 5 ~ 3. 0 倍とし、かつ、巻取速度 ( $V_m$ /分) を  $5/d < V < 30/d$  ( $d$  = 延伸後プラスチック光ファイバの糸径 (mm)) とすることを特徴とする。

【 0 0 1 6 】請求項 3 のプラスチック光ファイバの熱処理方法は、請求項 1 記載の熱処理方法を延伸されたプラスチック光ファイバの熱処理に用いるに際し、熱処理帯域の前後に配設されたローラーの周速度比を 0. 9 5 ~ 1. 0 5 とすることを特徴とする。

【 0 0 1 7 】また、請求項 4 のプラスチック光ファイバ用熱処理装置は、走行するプラスチック光ファイバの熱処理帯域を形成する糸道通路、該糸道通路のプラスチック光ファイバ出口部分においてプラスチック光ファイバの周囲から加熱気体を噴出させる吹出口、前記糸道通路のプラスチック光ファイバ入口部分において糸道通路内を向流方向に流れてきた加熱気体を吸入する吸込口、及び、糸道通路内の相対する面に加熱気体の流れ方向に沿って交互に設けられた気体流線変換用の凸状部材を備えてなることを特徴とする。

【 0 0 1 8 】以下、本発明を、その一実施態様を示す図面に基いて説明する。

【 0 0 1 9 】図 1 及び図 2 は、本発明の熱処理方法で用いられる請求項 4 の熱処理装置を例示する縦断面概略図である。

【 0 0 2 0 】図 3 は、図 1 や図 2 の熱処理装置における熱処理帯域内の一部を拡大して例示する縦断面概略図であり、また、図 4 は、図 3 と同様、熱処理帯域内の部分

拡大図で、気体流線変換用の凸状部材の配置の別の実施態様を示すものである。

【 0 0 2 1 】図 5 は、凸状部材 4、5 の形状を例示する斜視図である。

【 0 0 2 2 】図 1 及び図 2 において、熱処理帯域を形成する糸道通路は、その周囲が保温用プレートヒーター 1、2 によって構成されている。プラスチック光ファイバ (図示なし) は、入口 1 3 から熱処理帯域内に入り、出口 1 4 から出る。加熱気体 3 は、出口 1 4 の近傍に設けられた上下の吹出口 1 7、1 8 から噴出されるが、その吹出口には整流のための抵抗板 (整風板) やハニカムあるいはフィルター等を設置していることが好ましい (図示なし)。

【 0 0 2 3 】この加熱気体 3 は、気体加熱用ヒーター 1 6 で加熱され、送風ファン 1 5 により吹出口 1 7、1 8 に送られる。この気体加熱用ヒーター 1 6 は、図 1 のように送風ファン 1 5 の後に設けてもよいし、また、図 2 のように送風ファン 1 5 の前に設けてもよい。

【 0 0 2 4 】この加熱気体 3 の吹出しは、上方または下方のどちらか一方の吹出口からでもよいし、また、図示したように上下双方の吹出口からでもよい。なかでも、上下吹出しの噴出量を調整し、上下双方から噴出させることが、プラスチック光ファイバ (束) の糸揺れを小さくする点で有利である。

【 0 0 2 5 】吹出口 1 7、1 8 から噴出された加熱気体 3 は、加熱帯域の出口 1 4 から入口 1 3 へと向かう方向に流れ、つまり、プラスチック光ファイバ (図示なし) の走行方向に対して向流の方向に流れ、上下の吸込口 1 9、2 0 から吸込まれ、加熱用ヒーター 1 6 あるいは送風ファン 1 5 へと向かい循環される。循環される加熱気体 3 の一部は加熱帯域の入口 1 3 あるいは出口 1 4 から漏出するが、逆に、風圧バランスによっていずれかの口から外気が取込まれ、循環風量としては一定になる。

【 0 0 2 6 】熱処理帯域内を流れる加熱気体は、その糸道通路の相対する内面に設けられた複数の凸状部材で流線を交互に変換させられながら蛇行して流れる。

【 0 0 2 7 】熱処理帯域を形成する糸道通路は、その内面の凸状部材で加熱気体の流線を交互に変換させるという点から、断面が四角形の直方体状が好ましく、それらの各面は若干の凸あるいは凹になっていてもよい。また、相対する内面があれば、他の断面形状であってもよく、例えば六角形断面であってもよい。

【 0 0 2 8 】次に、熱処理帯域内の一部を拡大して示す図 3 や図 4、及び図 5 によって、本発明法における加熱気体の蛇行した流れ、及び、本発明装置における気体流線変換用の凸状部材について説明する。

【 0 0 2 9 】糸道通路の上部に設けられた保温用プレートヒーター 1 の下面には上部凸状部材 4 が、糸道通路の下部に設けられた保温用プレートヒーター 2 の上面には下部凸状部材 5 が、図 3 や図 4 に示すように、加熱気体

の流れ方向に沿って交互に配置されている。この凸状部材 4、5 は、図 3 に示すように、上下それぞれ 1 個ずつを交互に配してもよく、また、図 4 に示すように、上下それぞれに 1 個または複数個ずつを交互に配してもよい。この凸状部材の配設数は、糸道通路の形態やプラスチック光ファイバの種類、走行速度等に応じて適宜選定すればよいが、一般には、2 ~ 20 個程度を 1 個または複数個ずつ交互に設ければよい。

【0030】この糸道通路内（加熱帯域内）を、プラスチック光ファイバ（束）F は図の右方向に走行し、一方、吹出口から噴出された加熱気体 3 は、図の左方向に流れるので、両者は向流接触する。この左方向に流れる加熱気体 3 は上下の凸状部材 4、5 にぶつかってその流線方向が変えられる。この結果、加熱流体 3 は、左方向から進んできたプラスチック光ファイバ（束）F を、図の上下方向に交互に横切るような蛇行した流れとなるのである。

【0031】この凸状部材 4、5 は、それが配された糸道通路内面の横幅にわたる長さを有し、風がぶつかってその流線方向が変えられるような物であればよい。例えば、図 1 ~ 4 及び図 5 A に示したような直方体状部材、図 5 B に示したような 3 角柱状部材、図 5 C に示したように各柱状面が凹となっている柱状部材、5 D に示したような逆 T 字柱状部材、5 E に示したように半円柱状部材、5 F に示したようにメッシュ状凸部を有する部材が挙げられる。図示した以外としては、5 角柱状部材や各柱状面が凸となっている柱状部材等が挙げられる。

【0032】この凸状部材の凸部の高さ（h）や設置間隔（d）は、糸道通路の形状や内面間隔、加熱流体の流速、光ファイバ（束）の糸径等の条件により適宜決めればよいが、一般には、その高さ（h）は糸道通路の内面間隔（A）の 0.1 ~ 0.3 倍程度、また、その間隔（上下の凸状部材間の糸道通路長手方向に沿った間隔 d）は糸道通路の全長の 0.05 ~ 0.4 倍程度とすればよい。

【0033】実際に用いる場合の凸状部材の断面形状や寸法等の条件は、加熱帯域の形状、加熱流体の流速、光ファイバ（束）の糸径等の条件等により最適な物を用いればよく、例示した部材形状等には拘束されない。

【0034】この熱処理方法は、加熱延伸する際の熱処理に適用してもよいし、また、延伸した後の熱処理に適用してもよい。

【0035】図 6 は、この熱処理方法が適用されるプラスチック光ファイバ製造工程の一例を示す工程全体概略図である。

【0036】複合熔融紡糸用の成形口金 21 から吐出された複数のプラスチック光ファイバ（束）F は、直交する冷却風 22 により冷却されて固化し、引取りロール 24 に捲回された後、熱処理装置 25 により加熱されて、延伸ロール 26 に捲回される。引取りロール 24 と延伸

ロール 26 との速度比により決定される延伸倍率で延伸され、次いで、必要に応じて寸法安定性を付与するため、熱処理装置 27 により定長熱処理もしくは弛緩熱処理され、熱処理ロール 28 に捲回され、ニップロール 29 を介して巻取機に供給され、張力制御用ダンサーロール 30 により一定張力を保ち、トラバースガイド 31 でトラバースされつつボビン 32 上に巻取られる。

【0037】本発明の熱処理を延伸時の熱処理装置 25 に適用する場合には、その際の延伸倍率を 1.5 ~ 3.0 倍とすること、さらに、巻取速度（V m/分）を  $5/d < V < 30/d^2$ （d = 延伸後プラスチック光ファイバの糸径（mm））とすることが、より均一・高度に延伸され、芯・鞘両成分間の界面不整または界面剥離がなく、糸径変動が小さく、光伝送性に優れたプラスチック光ファイバを得るために好ましい。延伸倍率が 1.5 倍未満の場合や、巻取速度 V が  $5/d$  未満の場合は、耐屈曲性が劣った光ファイバとなる。逆に、延伸倍率が 3.0 倍を越える場合や、巻取速度 V が  $30/d^2$  を越える場合は、糸径変動を抑制する上で好ましくない。

【0038】また、本発明の熱処理を延伸後の熱処理装置 27 に適用する場合には、熱処理帯域の前後に配置されたローラー、即ち、図 6 における延伸ロール 26 と熱処理ロール 28 との周速度比を 0.95 ~ 1.05 とした定長熱処理を行なうことが好ましい。

【0039】

【作用】本発明法により熱処理を行なう場合、熱処理帯域内で走行するプラスチック光ファイバ（束）F と向流接触する加熱気体 3 は、上下の凸状部材によって流線が変換され熱処理帯域内を大きく蛇行して流れ、光ファイバ（束）F を上下方向に交互に横切って流れる。このように走行する光ファイバ（束）F を交互に横切ることによって、光ファイバと加熱気体との間の熱交換が促進され、光ファイバに十分な熱処理効果を与えることができ、しかも、熱処理帯域内の幅方向の温度斑を無くすることができる。

【0040】これら作用が相俟って、光ファイバの長手方向の糸径変動を大幅に減少させることができるのであり、特に、加熱帯域において非接触延伸を伴う熱処理において顕著な効果が発揮される。

【0041】つまり、非接触延伸を行なう前の未延伸光ファイバにおいては、一般的に計量用ギアポンプの吐出変動等に由来する正弦波状の糸径変動がある。この未延伸光ファイバを加熱帯域内に導き、その前後のローラーの速度差に基づく牽引力により非接触延伸を行なう場合、発生した延伸応力は、まず、光ファイバの細径部に応力集中的にかかり、次いで、太径部に伝搬されていく。その時の延伸応力が大きいほど光ファイバの太径／細径の比が大きくなり、つまり、光ファイバの長手方向の糸径変動が大きくなるのである。本発明の熱処理により、光ファイバと加熱気体との間の熱交換が促進され、

加熱帯域内の温度斑が小さくなると、光ファイバの熱処理効果が高まり、光ファイバの延伸応力を小さくすることができる。この結果、加熱延伸時において光ファイバの太径／細径の比を抑えることができ、光ファイバの長手方向の糸径変動を抑制でき、糸径均一性の高いプラスチック光ファイバを得ることができるのである。

【0042】また、本発明による熱処理は、延伸後の熱処理としても有効であり、この場合も、加熱延伸の場合と同様に、光ファイバと加熱気体との間の熱交換が促進されて光ファイバに十分な熱処理効果が与えられること、及び、熱処理帯域内の幅方向の温度斑が無くなることにより、光ファイバの長手方向の糸径変動が抑制できるものと考えられる。

【0043】さらにまた、請求項4の熱処理装置は、光ファイバを交互に横切するような蛇行した流れを加熱気体に容易に与えることができる。

【0044】

【実施例】

【実施例1】十分に精製された市販のメタクリル酸メチルにラジカル重合反応開始剤と連鎖移動剤を添加して連続塊状ラジカル重合し、次いで、1軸のベント型エクストルダからなる脱モノマ機により未反応単量体等を除去して、重量平均分子量が83000、残存モノマ含有率が0.24重量%のポリメチルメタクリレートを製造した。このポリメチルメタクリレートを芯成分として連続して供給し、市販のポリ弗化ビニリデン／テトラフルオロメタクリレートを鞘成分として、図6に示した光ファイバ製造工程により、235℃で熔融複合紡糸し、引取りロール24での糸径が1414μmの未延伸プラスチック光ファイバを作製した。

【0045】引き続き、この未延伸プラスチック光ファイバを、図2及び図3に示す熱風循環式加熱炉へ導入し、加熱気体の流速10m/秒、温度165℃、延伸倍率2.0倍で非接触加熱延伸し、さらに、寸法安定性を持たせる目的で温度170℃の同じ熱風循環式加熱炉へ導入し、その前後のローラーの周速度比0.995で非接触定長熱処理を行ない、トルクモーター方式定張力巻取機により15m/分で巻取り、糸径が1000μmの延伸プラスチック光ファイバを得た。

【0046】この際、熱風循環式加熱炉の糸道通路は直方体状であり、その上下の面に横方向にわたって図5Aの形状の凸状部材が設けられた。

【0047】得られた延伸プラスチック光ファイバの糸径変動幅Rμmをキーエンス(株)製のレーザーダイオ

ード方式外径測定器を用いて測定したところ、糸長1500mあたり36μmと小さかった。

【0048】【比較例1】前記実施例1で用いた熱風循環式加熱炉の上下面の凸状部材を外した以外は、上記実施例1と同様にプラスチック光ファイバを製造した。得られた光ファイバの糸径変動幅は、糸長1500mあたり47μmと大きかった。

【0049】

【発明の効果】本発明により熱処理を行なうと、光ファイバに十分な熱処理効果を与えることができ、しかも、熱処理帯域内の幅方向の温度斑を無くすることができるので、非接触加熱延伸や非接触熱処理を行なう際の、ファイバ長手方向の糸径変動を小さく抑えることができ、糸径の均一性に優れた光ファイバを形成することができる。従って、高次加工時のトラブル発生や高次加工品の欠点発生を大幅に抑制することができ、また、プラスチック光ファイバを光コネクタへ挿入する作業、ライトガイドや光センサ用途での接合口金への挿入作業等における取扱い性を改善することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明で用いられる請求項4の熱処理装置を例示する縦断面概略図である。

【図2】本発明で用いられる請求項4の熱処理装置を例示する縦断面概略図であって、図2とは異なる実施態様を示す。

【図3】本発明で用いられる熱処理装置における熱処理帯域内の一部を拡大して例示する縦断面概略図である。

【図4】本発明で用いられる熱処理装置における熱処理帯域内の一部を拡大して例示する縦断面概略図であって、図3とは異なる実施態様を示す。

【図5】請求項4の熱処理装置で糸道通路の上下面幅方向に設置される凸状部材の代表例を示す斜視図である。

【図6】本発明の熱処理方法が適用されるプラスチック光ファイバ製造工程の一例を示す工程全体概略図である。

【符号の説明】

1、2： 糸道通路の周囲をなす部材（保温用プレートヒーター）

3： 加熱気体（の流れ方向）

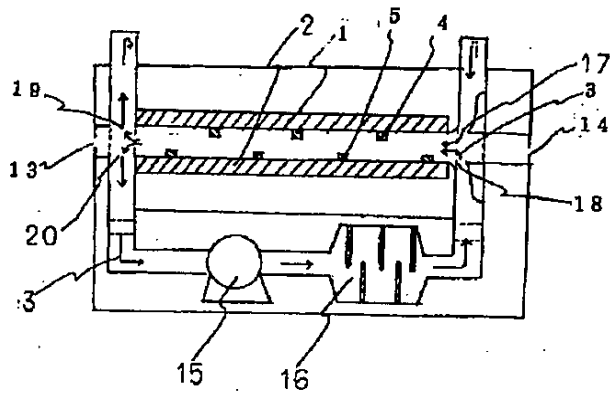
4、5： 凸状部材

F： プラスチック光ファイバ

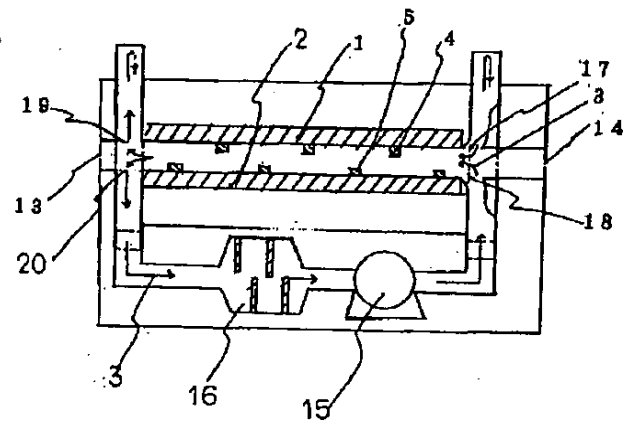
17、18： 加熱気体の吹出口

19、20： 加熱気体の吸込口

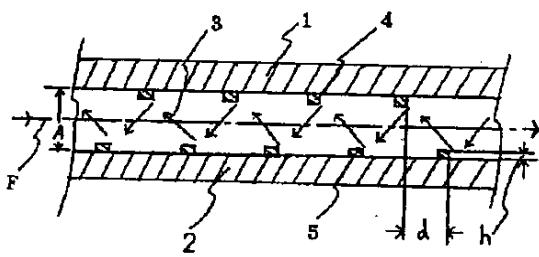
【図 1】



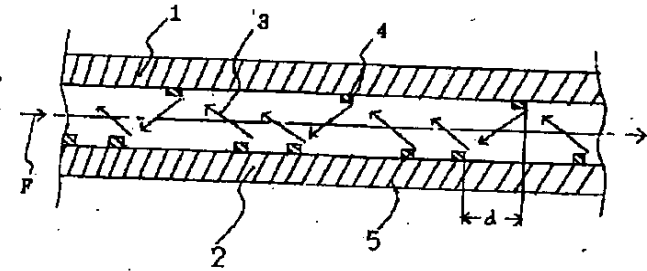
【図 2】



【図 3】

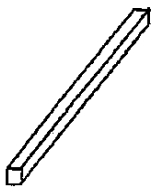


【図 4】



【図 5】

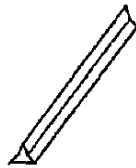
6 A



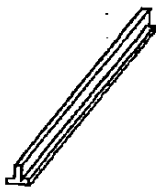
5 B



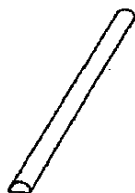
5 C



5 D



5 E



5 F



【 図 6 】

